



Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Zodia (*Evodia Suaveolens*) Dengan Metode Maserasi dan Distilasi Air

Prima Astuti Handayani^{1,✉} dan Heti Nurcahyanti²

DOI 10.15294/jbat.v3i1.3095

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:
Diterima April 2015
Disetujui Mei 2015
Dipublikasikan Juni 2015

Keywords:
zodia leaf, essential
oil, limonene,
distillation, maceration.

Abstrak

Daun zodia merupakan tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati. Daun zodia mengandung senyawa aktif limonene yang bersifat neurotoksin terhadap serangga. Pengambilan minyak atsiri daun zodia dilakukan dengan metode maserasi dan metode distilasi air. Pada metode maserasi bahan digunakan etanol dan dimaserasi selama 3x24 jam. Kemudian didistilasi untuk menguapkan pelarut etanol. Untuk metode distilasi air bahan didistilasi selama 3 jam, campuran minyak dan air dipisahkan dengan menambahkan pelarut n-heksana. Kemudian pelarut n-heksana dipisahkan dari minyak atsiri dengan cara direcovery menggunakan alat sokhlet. Minyak atsiri daun zodia yang dihasilkan dianalisis dengan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) untuk mengetahui kandungan senyawa kimianya. Hasil percobaan diperoleh randemen minyak atsiri daun zodia dengan metode maserasi sebesar 1,0566% dengan kandungan senyawa limonene 2,6%, sedangkan metode distilasi diperoleh randemen sebesar 0,6471% dengan kandungan senyawa limonene 1,26 %.

Abstract

Zodia leaf is a plant which has a potential to be plant-based insecticide. Zodia leaf has limonene as its active component which is neurotoxin towards insect. The extraction of the essential oil of the zodiac leaf is conducted using maceration method and water distillation method. In the maceration process, the raw material was macerated using ethanol for 72 hours, after that it was distilled to evaporate the ethanol. In the water distilled method, the raw material was distilled for 3 hours, the mixture of water and oil are separated by adding n-hexane solvent. After that, the n-hexane solvent was separated from the essential oil using recovery method using soxhlet. The obtained essential oil of zodia leaf was analyzed using GC-MS to determine its chemical component. The result of the research provides the yield of essential oil of zodiac leaf using maceration method is 1.0566% with limonene component is 2.6%, whereas the distillation method resulted in 0.6471% yield with 1.26% limonene.

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida kimia untuk membunuh serangga pengganggu baik pada tanaman maupun pada manusia sering dinilai lebih efisien dan praktis. Pestisida kimia tidak saja akan meningkatkan biaya produksi jika dipakai berlebihan, tetapi juga berdampak buruk bagi kesehatan petani, konsumen maupun keseimbangan hayati sekitarnya (Samsudin, 2008 dalam Paridah, 2011). Dampak yang timbul dapat diminimalisir dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah sebagai bahan insektisida nabati (Mulyawati dkk, 2010).

Insektisida nabati (bioinsektisida) merupakan bahan alami, bersifat mudah terurai di alam (*biodegradable*) sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia karena residunya mudah hilang (Kardinan, 2000 dalam Ulfa, 2012). Hal itu karena Indonesia terkenal kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk jenis tumbuhan yang mengandung bahan aktif insektisida. Namun, pemanfaatan tumbuhan sebagai obat-obatan dan insektisida hanya sekitar 10% dari 20000-30000 jenis tumbuhan yang ada (Heyne 1987 dalam ariyantika 2013). Tanaman zodia (*Evodia suaveolens*) adalah salah satu tanaman yang berfungsi sebagai insektisida khususnya nyamuk. Daun zodia dapat disuling untuk menghasilkan minyak atsiri (*essential oil*) (Kardinan, 2007 dalam Maryuni dan Ari, 2008). Tumbuhan ini sering digunakan masyarakat untuk mengusir nyamuk dan biasa diletakkan dipekarangan rumah. Selain itu, lengan yang digigit oleh nyamuk akan cepat sembuh (bentol dan gatal) apabila digosok dengan daun zodia. Hal ini merupakan harapan baru untuk menghalau serangan nyamuk demam berdarah di masa mendatang, yaitu dengan gerakan kembali ke alam dengan memanfaatkan tanaman di sekitar kita untuk memerangi penyakit demam berdarah. Menurut Kardinan (2004), daun Zodia mampu menghalau nyamuk selama 6 jam, dengan daya halau (daya proteksi) sebesar lebih dari 70 persen. Caranya dengan mencampurkan ekstrak daun zodia dalam mangkok berisi jentik *Aedes aegypti*. Randemen minyak atsiri yang dihasilkan dari ekstraksi daun zodia menggunakan metode penyulingan 1% (Kardinan 2004 dalam Maryuni dan Ari, 2008).

Zodia memiliki nama latin *Evodia suaveolens*, tetapi ada juga yang menyebut dengan *Euodia suaveolens*. Tanaman perdu ini berasal dari keluarga Rutaceae. Zodia diduga berasal dari Papua. Namun, saat ini sudah banyak tumbuh di Pulau Jawa, bahkan sering dijumpai ditanam di halaman rumah atau kebun sebagai tanaman hias

(Kardinan, 2007 dalam Maryuni dan Ari, 2008).

Zodia mempunyai tinggi antara 50 cm hingga 200 cm (rata-rata 75 cm). Tanaman ini sangat mudah diperbanyak, yaitu melalui biji dan stek ranting. Biasanya apabila kita sudah memiliki tanaman yang sudah berbunga dan berbiji, maka bijinya akan jatuh dan tumbuh disekitar tanaman. Tanaman ini memiliki daun pipih panjang berwarna hijau kekuningan (Kardinan, 2004 dalam Maryuni dan Ari, 2008). Zodia punya suatu keunikan, yaitu tanaman akan berubah warna daunnya bila ditempatkan di tempat yang mempunyai suhu yang berbeda. Bila ditanam di Bogor misalnya, zodia akan berdaun hijau muda terang. Akan berbeda dengan zodia yang ditanam di Jakarta, yang akan berdaun hijau tua. Untuk penanaman di Bogor, dari biji hingga setinggi 20 cm dibutuhkan waktu sekitar 8-9 bulan. Sedangkan untuk di daerah Jakarta memakan waktu yang lebih lama, biasanya hingga satu tahun. Hal ini dikarenakan udara di Bogor lebih lembab (Anonimous, 2008).

Tabel 1. Klasifikasi zodia (*Evodia suaveolens*) dalam klasifikasi tumbuhan

Klasifikasi	Keterangan
Kingdom	Plantae
Division	Spermatophyta
Sub division	Angiospermae
Kelas	Dicotyledonae
Ordo	Rutales
Family	Rutaceae
Genus	Evodia
Species	Evodia suaveolens

Sumber :Tjitrosoepoma, 2000



Gambar 1. Tanaman Zodia

Insektisida nabati atau insektisida botani (bioinsektisida) adalah bahan alami yang berasal dari tumbuhan yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu

senyawa bioaktif seperti alkaloid, fenolik dan zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi organisme pengganggu tidak berpengaruh terhadap fotosintesis, pertumbuhan atau aspek fisiologi tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Sistem yang berpengaruh pada OPT adalah sistem saraf atau otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku, sistem pernafasan, dan lain-lain. Senyawa bioaktif ini juga dapat digunakan untuk mengendalikan serangga yang terdapat di lingkungan rumah (Naria, 2005 dalam Ariyantika, 2013).

Minyak dari tanaman mengandung senyawa-senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Salah satu contohnya, minyak biji kemukus mengandung terpen, baik monoterpen maupun sesquiterpen serta *cubeb camphor* (persenyawaan camphor dalam kemukus), yaitu sesquiterpen hidrat ($C_{15}H_{24}H_2O$) (Megawati dan Triyana, 2013). Contoh yang lainnya yaitu minyak daun jeruk purut mengandung senyawa sitronellal yaitu senyawa monoterpena yang mempunyai gugus aldehid, ikatan rangkap dan rantai karbon yang memungkinkan untuk mengalami reaksi siklisasi aromatisasi (Handayani dan Rahmawati, 2013).

Senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman dapat dimanfaatkan seperti layaknya insektisida sintetis. Perbedaanannya adalah bahan aktif pada insektisida nabati disintesa oleh tumbuhan dan jenisnya dapat lebih dari satu macam (campuran). Bagian tumbuhan seperti daun, buah, bunga, biji, kulit, batang, dan sebagainya dapat digunakan dalam bentuk utuh, bubuk ataupun ekstraksi (dengan air ataupun senyawa pelarut organik). Insektisida nabati dapat dibuat secara sederhana dan kemampuan yang terbatas. Bila senyawa atau ekstrak ini digunakan di alam, maka tidak mengganggu organisme lain yang bukan sasaran (Naria, 2005 dalam Ariyantika, 2013).

Ekstraksi minyak nabati dapat dilakukan dengan berbagai metode. Ekstraksi minyak dari kulit gandum dilakukan dengan metode ekstraksi superkritik (Rebolleda dkk, 2013). Ekstraksi dari *Epimedium sagittatum* dilakukan dengan cara *microwave assisted extraction* (Zhang dkk, 2013). Selain itu, ekstraksi minyak *flaxseed* dilakukan dengan cara *supercritical fluid extraction* (SFE) (Khattab dan Zeitoun, 2013).

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan pemungutan minyak atsiri daun zodia dengan metode maserasi dan distilasi air. Pelarut yang digunakan pada metode maserasi adalah etanol.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengambilan minyak atsiri daun zodia, mengetahui rendemen minyak atsiri daun zodia dari metode maserasi dan distilasi air, dan mengetahui metode yang terbaik diantara metode maserasi dan distilasi air.

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: daun zodia segar, aquades, etanol p.a. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat distilasi dan seperangkat alat sokhlet. Perlakuan bahan sebelum ekstraksi yaitu pelayuan dan pemotongan ukuran bahan untuk membuka kelenjar sampel. Pada metode maserasi bahan dimasukkan dalam larutan etanol p.a 400 ml dengan perbandingan 1:4 dan dimaserasi selama 3x24 jam. Kemudian didistilasi untuk recovery pelarut etanol. Untuk metode distilasi air bahan didistilasi selama 3 jam suhu 100 °C, campuran minyak dan air dipisahkan dengan menambahkan pelarut n-heksana sebanyak 250 ml. Kemudian pelarut n-heksana dipisahkan dari minyak atsiri dengan cara direcovery menggunakan alat sokhlet. Minyak atsiri daun zodia yang dihasilkan dianalisis dengan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) untuk mengetahui kandungan senyawa kimianya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Bahan Baku

Daun zodia yang diperoleh dari desa patemon gunung pati ditimbang sebanyak 340 gram. 240 gram bahan yang digunakan untuk metode maserasi dilayukan dengan cara dibiarkan pada suhu ruang selama 1x24 jam. Tujuan dilayukannya daun zodia untuk mengurangi kadar air sehingga diharapkan ekstraksi berlangsung lebih cepat dan daun lebih awet atau tahan lama terhadap mikroba. Daun yang telah dilayukan dipotong kecil-kecil untuk membuka kelenjar minyak atsiri sampel sehingga dapat mempercepat proses ekstraksi dan menghasilkan ekstrak yang banyak. Daun zodia yang dihasilkan dari proses pelayuan dan pemotongan sebanyak 100,0835 gram. Pada metode distilasi menggunakan daun zodia segar sebanyak 100 gram.

Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Zodia dengan Metode Maserasi

Maserasi merupakan proses perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada temperatur ruangan. Pada proses perendaman, sampel tumbuhan akan mengalami pemecahan din-

ding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel, sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik. (lenny,2006). Ekstraksi minyak atsiri daun zodia dilakukan dengan metode maserasi yaitu potongan daun zodia direndam dalam pelarut etanol. Sebanyak 100 gram sampel hasil penimbangan diekstraksi dengan pelarut etanol sebanyak 400 ml dengan perbandingan 1: 4 (etanol p.a) sampai sampel terendam dan sampel tersebut direndam selama 3x24 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan saringan teh untuk memisahkan antara filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan sebanyak 260 ml dan berwarna hijau pekat. Warna hijau pekat yang dihasilkan disebabkan oleh pelarut etanol yang dapat melarutkan pigmen berupa warna hijau (klorofil) dari daun zodia. Adanya pengurangan volume filtrat disebabkan etanol mudah menguap dan kemungkinan terbawa dalam residu. Filtrat yang didapatkan kemudian didistilasi untuk memisahkan minyak dengan pelarutnya (etanol). Proses distilasi dilakukan menggunakan suhu 78°C agar minyak tidak ikut menguap bersama dengan etanol. Proses tersebut berlangsung selama ± 3 jam. Setelah itu minyak yang dihasilkan diuapkan lagi menggunakan oven untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut yang masih tertinggal pada minyak dalam suhu 78°C. Penggunaan suhu tersebut bertujuan agar pelarutnya yang menguap karena titik didih etanol 78,4°C. Minyak atsiri daun zodia yang dihasilkan dari metode maserasi 1,0575 gram dan berwarna hijau. Randemen minyak atsiri yang dihasilkan dengan proses maserasi sebesar 1,0566 % (m/m). Pada literatur randemen minyak atsiri yang dihasilkan dengan proses penyulingan uap sebesar 1%.

Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Zodia dengan Metode Distilasi Air

Ekstraksi minyak atsiri dilakukan dengan metode distilasi air yaitu daun zodia yang masih segar yang sudah dipotong kecil-kecil dimasukkan dalam labu distilasi sebanyak 100 gram dengan penambahan air sebanyak 500 ml. Selama proses pemanasan, air akan menguap dan uap air akan naik ke atas mengenai sampel daun zodia sekaligus mengikat minyak atsiri yang ada pada daun tersebut. Penguapan ini sudah tampak pada satu jam pertama pemanasan, uap air tersebut akan masuk ke kondensor dan berubah fase menjadi cairan, sehingga terdapat cairan minyak yang bercampur dengan air yang jatuh di erlenmeyer. Cairan minyak dan air yang bercampur kemudian dipisahkan dengan cara ditambahkan zat pelarut yang bersifat sama dengan minyak.

Pelarut yang digunakan yaitu n-heksana karena mempunyai sifat non polar dan minyak juga bersifat non polar. Minyak yang bercampur dengan air yang dihasilkan dari proses distilasi sebanyak 250 ml ditambah dengan n-heksana dengan perbandingan 1:1 (250 ml). kemudian campuran antara minyak, air dan n-heksana diaduk selama 2 jam agar minyak yang bercampur dalam air dapat diikat oleh n-heksana. Hasil pencampuran didapatkan tiga lapisan yaitu lapisan atas n-heksana, lapisan tengah minyak, dan lapisan bawah air. Minyak atsiri zodia berada pada lapisan bawah karena densitasnya lebih rendah dari pada air tetapi lebih tinggi dari pada n-heksana. Minyak yang bercampur dengan n-heksana dipisahkan dari air, setelah itu dilakukan *recovery* pelarut dengan cara diekstraksi menggunakan alat soxhlet. Proses *recovery* berlangsung pada suhu 65°C selama 1 jam. Penggunaan suhu tersebut bertujuan agar pelarutnya menguap karena titik didih n-heksana 69°C. Pada proses *recovery* dihasilkan minyak yang masih bercampur dengan sedikit pelarut sebanyak 6,1891 gram. Kemudian minyak yang dihasilkan diuapkan dalam oven pada suhu 65°C untuk menguapkan sisa-sisa pelarut yang masih ada dalam minyak. Minyak hasil distilasi air yang dihasilkan berwarna putih jernih sebanyak 0,6471 gram. Randemen minyak atsiri yang dihasilkan dari metode distilasi air yaitu 0,6471%.

Pengujian GC-MS Minyak Atsiri Daun Zodia

Pengujian GC-MS Minyak Atsiri Daun Zodia dilakukan dengan menggunakan alat GC-MS Perkin Ermel GC clarus 680 dan MS clarus SQ 8T. Uji GC-MS digunakan untuk mengetahui jenis senyawa aktif dalam minyak atsiri daun zodia yang bersifat sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk. Hasil uji GC-MS sampel percobaan minyak atsiri daun zodia dengan metode maserasi disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji GC-MS minyak atsiri zodia dengan metode maserasi

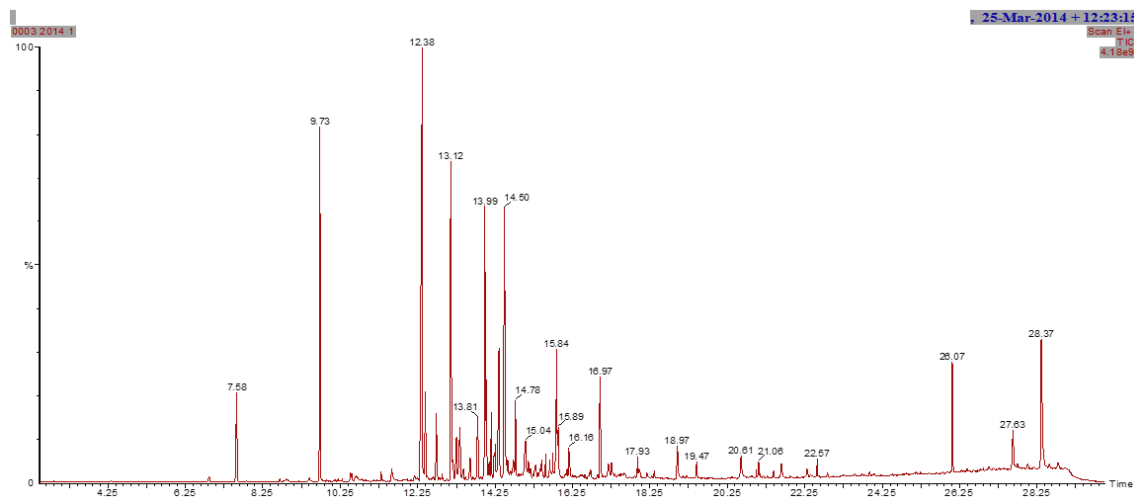
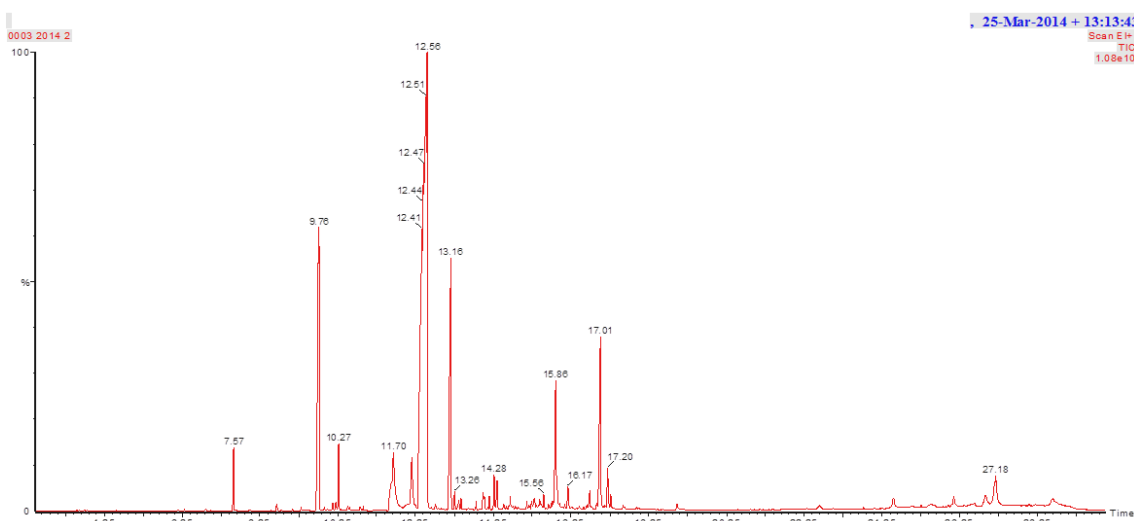
RT	SENYAWA	%
7.575	<i>Limonene</i>	2.6
9.731	<i>Menthofuran</i>	10.2
12.377	<i>4(5H)-Benzofuranone</i>	20.1
12.452	<i>Myrtenoic acid</i>	2.2
12.738	<i>Copaene</i>	2.0
13.118	<i>p-Mentha-1(7),8-dien-9-ol</i>	10.2
13.343	<i>Caryophyllene</i>	1.9
13.813	<i>Valencene</i>	2.0

Tabel 2. Terusan

13.993	β -Himachalene	7.9
14.023	α -curcumene	2.1
14.158	Cadinene	1.8
14.348	3,5-Octadiene	5.4
14.503	2,4,6-Trimethoxytoluene	10.2
14.783	4,6-Hetadienoic Acid	2.1
15.844	Humulane-1,6-dien-3-ol	5.2
15.889	Longifolenaldehyde	1.3
16.974	4-Hydroxy- β -ionone	3.2
26.068	Trans-Squalene	3.2
28.374	Vitamin E	6.7

Tabel 3. Hasil uji GC-MS minyak atsiri zodia dengan metode distilasi air

RT	SENYAWA	%
7.57	Limonene	1.26
9.761	Menthofuran	13.47
10.272	Teresantalol	1.41
11.697	p-Mentha-1(7),8-dien-9-ol	5.16
12.157	2-Cyclohexen-1-one	2.50
12.562	4(5H)-Benzofuranone	57.49
13.158	1-Cyclohexene-1-menthanol	8.16
15.864	Humulane-1,6-dien-3-ol	5.42
17.009	4-Hidroxy- β -ionone	5.11

**Gambar 2.** Kromatogram minyak atsiri zodia dengan metode maserasi**Gambar 3.** Kromatogram minyak atsiri zodia dengan metode distilasi air

Tabel 4. Perbandingan Hasil uji GC-MS komponen kimia minyak hasil percobaan dan literatur.

Komponen	Hasil percobaan		
	Maserasi (%)	Distilasi Air (%)	Distilasi Uap*(%)
<i>Limonene</i>	2,6	1,26	4,73
<i>Menthofuran</i>	10,2	13,47	7,52
α -Copaene	2,0	-	0,61
<i>2,4,6-trimetilpiridin</i>	-	-	0,21
<i>Trans-kariophilen</i>	-	-	0,56
<i>B-Salinene</i>	-	-	0,27
α -Humulen	5,2	5,42	0,29
β -Himachalene	7,9	-	0,57
<i>Cadinene</i>	1,8	-	0,30
<i>Curcumen</i>	2,1	-	4,28
<i>1-carveol</i>	-	-	0,89
<i>Evodone</i>	-	-	72,32
<i>Cariophyllene</i>	1,9	-	0,34
<i>p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol</i>	10,2	5,16	0,49
<i>Fonenol</i>	-	-	1,66
<i>Epiglobulol</i>	-	-	0,32
<i>4-aminostirene</i>	-	-	0,16
<i>2-asetil-4,5-dimetilfenol</i>	-	-	0,20
<i>Mint furanon</i>	-	-	0,94
<i>3-Aminothieno(2,3-B)pirazine-2-car</i>	-	-	0,27
<i>1-Methoxycarbonyl-2-vinyl-1,2-dihidropiridin</i>	-	-	0,62
<i>Asam 2-propenoat</i>	-	-	0,84
<i>2-Etil-trans-2-butenal</i>	-	-	0,43
<i>Xanthorizol</i>	-	-	0,20
<i>Asam 3-(3-thienil)prop-2-enoat</i>	-	-	0,67
<i>Asam heksadekanoat</i>	-	-	0,31

Ket:*penelitian Maryuni dan Ari 2008

Berdasarkan Tabel 2 bahwa senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri daun zodia ada 19 komponen. Adapun 9 komponen diantaranya yang sesuai dengan hasil penelitian maryuni dan agnez yaitu *limonene* (2,6%), *menthofuran* (10,2%), *copaene* (2.0%), *p-Mentha-1(7),8-dien-9-ol* (10,2%), *Caryophyllene* (1.9%), β -Himachalene (7,9%), α -curcumene (2,1%), *Cadinene* (1,8%), *Humulane-1,6-dien-3-ol* (5,2%).

Hasil analisis dengan menggunakan metode distilasi air, disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 3. Hasil uji GC-MS minyak atsiri daun zodia dengan metode distilasi air menunjukkan bahwa kandungan minyak atsiri dari daun zodia yang terdeteksi berjumlah 9 komponen, dengan komponen utama *4(5H)-Benzofuranone*. Sedangkan

komponen yang termasuk didalam literatur diantaranya *limonene* (1,26%), *menthofuran* (13,47%), *p-Mentha-1(7),8-dien-9-ol* (5,16%), *Humulane-1,6-dien-3-ol* (5,42%).

Hasil perbandingan uji GC-MS komponen kimia dengan berbagai metode percobaan, diantaranya maserai, distilasi air, distilasi uap. Pada Tabel 4 dapat dilihat perbandingan secara kualitatif komponen kimia yang terkandung dalam minyak atsiri daun zodia hasil percobaan dan minyak atsiri zodia pada literatur (Maryuni dan Ari,2008).

Tabel 4 menunjukkan bahwa ada komponen yang sama antara metode maserasi, distilasi air serta literatur yaitu *limonene*. Senyawa *limonene* bersifat neurotoksin terhadap serangga

dan sangat efektif sebagai insektisida (Iskandar dkk,2008). Senyawa *limonene* dalam minyak atsiri dengan metode maserasi sebesar 2,6%, sedangkan dengan metode distilasi air sebesar 1,267% dan pada literatur yang menggunakan metode penyulingan uap sebesar 4,73%. Presentase senyawa *limonene* yang dihasilkan berbeda dikarenakan metode mengambil minyak atsiri daun zodia juga berberda-beda.

SIMPULAN

- 1 Pengambilan minyak atsiri daun zodia (*Evodia Suaveolens*) dapat dilakukan dengan metode maserasi dan distilasi air.
- 2 Randemen minyak atsiri daun zodia dengan metode maserasi sebesar 1,0566 % dan dengan metode distilasi air sebesar 0,6471 %
- 3 Metode terbaik yang menghasilkan senyawa *limonene* terbanyak adalah metode maserasi sebesar 2,6 % sedangkan dengan metode distilasi hanya diperoleh 1,26 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Handayani, P.A., Rahmawati, A. 2014. Pemungutan Minyak Daun Jeruk Purut (Kaffir Lime Oil) Dengan Metode Penyulingan Uap. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 2:12-19.
- Khattab, R.Y. Zeitoun, M.A. 2013. *Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different techniques*. LWT- Food Science and Technology. 53:338-345.
- Lenny, S. 2006. *Uji Bioaktivitas Kandungan Kimia Puding Merah dengan Metode Brine Shrimp*. Medan : USU.
- Maryuni, Ari,A.,2008. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Antibakteri Minyak Atsiri Daun Zodia*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Megawati, Triyana, Asti Wida. 2013. Ekstraksi Minyak Atsiri Biji Kemukus Dengan Metode Microwave-Assisted Hydrodistillation. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 2:1-11.
- Mulyawati, A. P. et al. 2010. *Uji Efektivitas dan Identifikasi Senyawa Ekstrak Biji Sirsak (Annona muricata Linn.) yang Bersifat Bioaktif Insektisida Nabati Terhadap Hama Thrips*. Alchemy. 2/1: 104-157.
- Paridah, P. 2011. *Isolasi Senyawa Sekunder dari Fraksi Etil Asetat Daun Toona sinensis Poem dan Uji Aktivitas Pestisidanya terhadap Lalat Buah (bactrocera dorsalis hend)*. Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rebolleda, S. Beltran, Ms, Sanz, M.T., Sanjose, M.L.G, Solaesa, A.G. 2013. Extraction of alkylresorcinols from wheat bran with supercritical CO₂. Journal of Food Engineering. 119:814-821.
- Ulfa, I. 2012. *Entomologi Uji Toksisitas Ekstrak Daun Sirsak*. Laporan Praktikum Institut Agama Islam Negeri Raden Fatah Palembang.
- Zhang, H. Zhang, X. Yang, X. Qiu, N. Wang, Y. Wang, Z. 2013. *Microwave assisted extraction of flavonoid from cultivated Epimedium sagittatum: Extraction yield and mechanism, antioxidant activity and chemical composition*. Industrial Crops and Products. 50:857-885.